

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

J6 2192690

AUG 1987

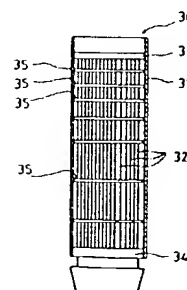
87-274912/39 K05 X14 NIGJ 20.02.86
NIPPON GENSHIRYOKU JIGYO (TOKE) *J6 2192-690-A
20.02.86-JP-033866 (24.08.87) G21c-03/30
Nuclear fuel assembly for boiling water reactor - has fuel channel,
fuel rods and spacers to hold rods
C87-116994

K(5-B4B)

Device comprises a fuel channel, fuel rods, and spacers to hold the rods. Distance between the spacers is denser in the range from the centre of the fuel rods and upper than in the lower range.

USE - In case loss of coolant occurs in the reactor, overheated fuel rods can be cooled more effectively. (3pp Dwg.No 1/4)

Full Patentees: Nippon Genshiryoku Jigyo; Toshiba KK.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-192690

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)8月24日

G 21 C 3/30

GDB

D-7808-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 沸騰水型原子炉用燃料集合体

⑯ 特 願 昭61-33866

⑰ 出 願 昭61(1986)2月20日

⑱ 発 明 者 安 部 信 明 川崎市川崎区浮島町4番1号 日本原子力事業株式会社研究所内

⑲ 出 願 人 日本原子力事業株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番7号

⑳ 出 願 人 株式会社東芝 川崎市幸区堀川町72番地

\r\n㉑ 代 理 人 弁理士 猪股 祥晃 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

沸騰水型原子炉用燃料集合体

2. 特許請求の範囲

(1) 燃料チャンネルと、この燃料チャンネル内に格子状に規則正しく配列された多数の燃料棒と、この多数の燃料棒間の間隔を保持する複数のスパーサとからなる沸騰水型原子炉用燃料集合体において、前記複数のスパーサの相互の間隔が前記燃料棒の中央部およびそれより上部の領域で前記燃料棒の下部の領域におけるよりも密であることを特徴とする沸騰水型原子炉用燃料集合体。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は沸騰水型原子炉用燃料集合体に関し、さらに詳しくは冷却材喪失事故の際の炉心の安全性を向上させた沸騰水型原子炉用燃料集合体に関する。

[発明の技術的背景とその問題点]

従来の沸騰水型原子炉の構造を第3図に示す。

図において、原子炉压力容器1内には炉心2が収納されており、この原子炉压力容器1の上部には、当該原子炉压力容器1内で発生した蒸気を図示しない蒸気タービンに導く主蒸気管3が設置されている。また炉心2の側方には冷却材再循環系4を構成するジェットポンプ5が配設されており、ダウンカマ底部6に位置する冷却水は再循環ポンプ7により再循環配管8を通りジェットポンプ5入口に供給される。さらに、原子炉压力容器には非常用炉心冷却系である炉心スプレイ系9および低圧注入系10が設置されており、これらの非常用炉心冷却系には冷却水を供給するポンプ11および12がそれぞれ配設されている。

また、炉心2内には第4図で示すような燃料集合体21が多数収容されている。この燃料集合体21は、燃料チャンネル22内に多数の燃料棒23が格子状に規則正しく配列されており、この燃料棒23の相互の間隔を正しく保持するためにスパーサ26が軸方向にほぼ等間隔に設置されるように配設されている。

さらに第4図において、燃料集合体21の下部タイププレート25から燃料集合体21内へ流入した冷却材は、燃料棒23に接触し燃料棒23内の熱発生により気液2相となって上昇し、上部タイププレート24から上方に流出する。

ところで、この沸騰水型原子炉において、原子炉压力容器1に接続される冷却材再循環系4が万一破断した場合には、原子炉内冷却材が喪失するという事態が生じ、いわゆる冷却材喪失事故となる。このような冷却材喪失事故が発生した場合、原子炉压力容器1内の冷却材が喪失し、炉心2内を流れる冷却材が減少して燃料棒23が露出し、燃料棒23内の燃料とそれを被覆する被覆管の温度が上昇することになる。

実際には、かかる燃料と被覆管の異常な温度上昇を防ぐために、炉心スプレー9および低圧注入系10などの非常用炉心冷却系が設けられており、緊急事態発生ときにはこれらの冷却系から原子炉に冷却材を注入して炉心を冷却し、燃料および被覆管の温度を所定温度以下にするように設定さ

互の間隔が前記燃料棒の中央部およびそれより上部の領域で前記燃料棒の下部の領域におけるよりも密であることを特徴とする沸騰水型原子炉用燃料集合体に係わり、このようにスぺーサを設置することによって原子炉に冷却材喪失事故が発生した場合の蒸気上昇流の燃料棒に対する冷却効果を高め、原子炉の安全性を向上せしめるようにしたものである。

〔発明の実施例〕

本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明の一実施例を示す燃料集合体の断面図である。同図において、燃料集合体30は、第4図に示す従来の燃料集合体と同様に、多数の燃料棒32が燃料チャンネル31内に格子状に規則正しく配列され、燃料棒32間の間隔は複数のスぺーサ35によって正しく保持されている。また燃料集合体の上部には上部タイププレート33が、下部には下部タイププレート34が設置されている。しかしスぺーサ35の間隔は従来のように等間隔ではなく、図面に示すように軸方向中央部より上部において

れている。しかしながら、これらの非常用炉心冷却系が作動した場合でも、原子炉水位の低下に伴ない燃料棒が露出し、燃料と被覆管の温度上昇を起す可能性がある。この場合、燃料棒が露出している期間の熱除去は主として炉心および下部プレナムで発生した蒸気の上昇流に依存するが、露出している期間の長い燃料集合体の上部および出力の高い燃料集合体の中央部では、前述の蒸気上昇流による熱除去では不十分な場合も考えられる。

〔発明の目的〕

本発明は、かかる情況に鑑みてなされたものであって、冷却材喪失事故に対して炉心の安全性を高めることのできる沸騰水型原子炉用燃料集合体を提供することを目的とするものである。

〔発明の概要〕

すなわち本発明は、燃料チャンネルと、この燃料チャンネル内に格子状に規則正しく配列された多数の燃料棒と、この多数の燃料棒間の間隔を保持する複数のスぺーサとからなる沸騰水型原子炉用燃料集合体において、前記複数のスぺーサの相

密になっている。

このように上部に密な間隔でスぺーサを設置した結果、万一原子炉に冷却材喪失事故が発生した場合には、炉心および下部プレナムで発生する蒸気の上昇流がこのスぺーサの密な部分でより激しい乱流となり、この蒸気の乱流によって燃料棒が従来より効果的に冷却される。したがって、冷却材喪失により最も過熱状態となる燃料棒中央部および上部において冷却効果が高まり、原子炉の安全性が向上する。

第2図は事故発生後の被覆管の最高温度の経時変化を示したグラフであり、実線aは本発明の場合、破線bは従来例の場合を示している。このグラフから分るように、本発明の場合は従来の場合のように被覆管温度が高くなり、事故後かなり短い時間で被覆管最高温度の下降が始まっている。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明の沸騰水型原子炉用燃料集合体は、原子炉に冷却材喪失事故が発生した場合に、過熱状態となった燃料棒を従来より

非常用炉心冷位の低下に伴の温度上昇を棒が露出してよび下部プレするが、露出部および出力述の蒸気上昇考えられる。

されたもので、心の安全性を、用燃料集合体ある。

と、この燃しく配列された棒間の間隔を保沸騰水型原子炉りスペーサの相

ペーサを設置し事故が発生したムで発生する蒸部分でより激しよって燃料棒がたがって、冷却燃料棒中央部おり、原子炉の安

最高温度の経時aは本発明の場合、事故後かなりが始まっている。

沸騰水型原子炉喪失事故が発生燃料棒を従来より

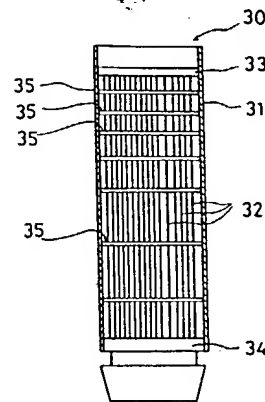
効果的に冷却することができ、したがって炉心の安全性を向上させることができるというすぐれた効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

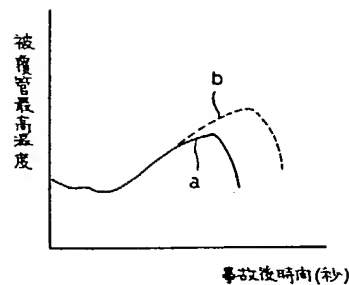
第1図は本発明の沸騰水型原子炉用燃料集合体の縦断面図、第2図は被覆管の最高温度の変化を本発明の燃料集合体と従来の燃料集合体とについて比較したグラフ、第3図は沸騰水型原子炉の縦断面図、第4図は従来の沸騰水型原子炉用燃料集合体の縦断面図である。

- 30……燃料集合体、 31……燃料チャンネル
32……燃料棒、 33……上部タイプレート
34……下部タイプレート
35……スペーサ

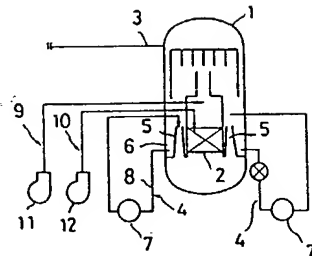
(8733) 代理人 弁理士 猪 股 祥 晃
(ほか1名)



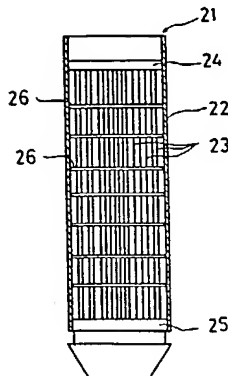
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

PTO: 2000-2172

Japanese Published Unexamined Patent Application No. 62-192690, Published: August 24, 1987; Application Filing No. 61-33866, Filed February 20, 1986; Inventor: Noriaki ABE; Assignees: Nippon Genshiryoku Jigyo Kaisha (Japan Nuclear Power Enterprise Company), Toshiba Corp.

FUEL ROD ASSEMBLY FOR A BOILING-WATER-TYPE NUCLEAR REACTOR

[CLAIMS:]

A fuel rod assembly for a boiling-water type nuclear reactor, comprising a channel for nuclear fuel; multiple fuel rods arranged in a regular lattice-shaped pattern within said channel for nuclear fuel; and multiple spacers for maintaining the gap between said multiple fuel rods; and characterized in that the mutual gaps between said multiple spacers are denser in the center unit of said fuel rods or in the area thereabove than in the bottom area unit of said fuel rods.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[FIELD OF USE]

The present invention is related to fuel rod assemblies for boiling-water type nuclear reactors, and more specifically is related to fuel rod assemblies for boiling-water type nuclear reactors that improve safety characteristics of the reactor core during accidental loss of cooling material.

[PRIOR ART AND PROBLEMS TO BE RESOLVED]

The structure of a prior art boiling-water type nuclear reactor is shown in figure 3.

Within the figure, core 2 is contained within nuclear reactor pressure container 1; a main steam pipe 3 is provided on the top unit of said nuclear reactor pressure container 1 so as to guide steam that is produced by said nuclear reactor pressure container 1 to a steam turbine (not shown). Furthermore, a jet pump 5 is provided on the side of core 2 so as to form a cooling material circulation system 4; cooling water that is placed on the downcomer bottom unit 6 is supplied into the inlet of jet pump 5 by re-circulation pump 7 through re-circulation pump 8. Furthermore, a core spray system 9 and a low-pressure infusion system 10, which are which are emergency core-cooling systems, are provided in the nuclear reactor pressure container; pumps 11 and 12 are provided so as to supply water to each of these emergency core-cooling systems.

Furthermore, multiple fuel assemblies 21 as shown in figure 4 are contained within core 2. These fuel assemblies 21 are arranged such that multiple fuel rods 23 are arranged in a regular lattice pattern within fuel channel 22, and that spacers 26 are provided at roughly equal intervals in an axial direction so as to properly maintain the mutual gaps between fuel rods 23.

Furthermore, within figure 4, the cooling material that flows into fuel assembly 21 from tie-plate 25 on the bottom unit of fuel assembly 21 comes into contact with fuel rods 23, turns into a dual phase liquid-gas by the heat generated

by fuel rods 23, and rises, such that it flows out from the top unit of upper tie-plate 24.

Within this boiling-water-type nuclear reactor, in a case wherein the cooling material re-circulation system that is connected to nuclear reactor pressure container 1 ruptures, a condition wherein the coolant material is lost, a so-called loss of coolant accident, occurs. In the case of this kind of loss of coolant accident, the cooling material within nuclear reactor pressure container is lost, the cooling material flowing into core 2 is greatly reduced, the fuel rods are exposed, and the temperature of the fuel within fuel rods 23 and the cover tubes that cover them becomes elevated.

In actuality, in order to prevent an abnormal temperature increase of the fuel and cover tubes, emergency reactor cooling systems such as core-sprayer 9 and low-pressure infusion system 10 are provided, such that during an emergency condition the nuclear reactor can be infused with cooling material from these systems, cooling the core, setting the temperature of the fuel and the cover tubes at a desired temperature or below. However, even in cases wherein these emergency core-cooling systems are actuated, the fuel rods are exposed by the accompanying lowered water level in the nuclear reactor, and there is a continued possibility of a temperature rise of the fuel and the cover tubes. In such a case, the heat that is dissipated when the fuel is exposed is mainly dependent on the rise of the steam flow generated

from the core and the lower plenum, but it is thought that the heat dissipated by said flow of rising steam will be inadequate for the upper units of fuel assemblies exposed for a long period of time, and the center units of high-output fuel assemblies.

[AIM OF THE INVENTION]

The present invention was created based by observing said facts, and aims to offer a boiling-water-type nuclear reactor that increases safety characteristics of the core with regards to loss of coolant accidents.

[SUMMARY OF THE INVENTION]

That is to say, the present invention is a fuel rod assembly for a boiling-water type nuclear reactor, comprising a channel for nuclear fuel; multiple fuel rods arranged in a regular lattice-shaped pattern within said channel for nuclear fuel; and multiple spacers for maintaining the gap between said multiple fuel rods; and characterized in that the mutual gaps between said multiple spacers are denser in the center unit of said fuel rods or in the area thereabove than in the bottom area unit of said fuel rods; by means of placing spacers in this way, the cooling effect can be increased with regards to the rising flow of steam from the fuel rods in cases wherein a loss of coolant material is generated in the nuclear reactor, improving safety of the nuclear reactor.

[EMBODIMENT]

An embodiment of the present invention will be explained based on the figures.

Figure 1 is a cutaway view of a fuel assembly illustrating an embodiment of the present invention. Within the figure, fuel rod assembly 30, just as with the prior art fuel assembly of figure 4, has multiple fuel rods 32 arranged in a regular lattice pattern within fuel channel 31, and has multiple spacers 35 for properly maintaining the gaps between fuel rods 32. Furthermore, upper tie-plate 33 is provided on the top unit of the fuel assembly, and lower tie-plate 34 is provided on the bottom unit. However, the interval between spacers 35 is not regular as in prior art; as shown in the diagram, the spacers are placed more densely from the center unit of the axial direction to the upper unit.

The effect of providing the spacers so as to be denser in the upper unit in this way is that, in the event of a loss of cooling material accident in the nuclear reactor, the rising flow of steam generated by the reactor core and the lower plenum becomes extremely turbulent in the portion wherein the spacers are dense, and the fuel rods can be more effectively cooled by means of this turbulent steam than in prior art. Therefore, the cooling effect within the central and upper units of the fuel rods during a condition of overheating from loss of coolant is increased, and the safety of the reactor core is improved.

Figure 2 is a graph showing the variation of temperature rise over time of the cover tubes after an accident. Line (a) shows the present invention, while dotted line (b) shows prior art. As can be understood from this graph, the present invention does not evidence a raising of the temperature of the cover tube as does prior art, and the high temperature of the cover tubes begins to decrease a short period after the accident.

[EFFECT OF THE INVENTION]

As explained above, the fuel rod assembly for a boiling-water type nuclear reactor as in the present invention can cool overheating fuel rods as generated the a case of an accident involving a loss of cooling material in the nuclear reactor more effectively than prior art, and therefore evidences an excellent effect such that reactor safety can be improved.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE FIGURES]

Figure 1 is a cutaway view of a fuel rod assembly for a boiling-water type nuclear reactor as in the present invention; figure 2 is a graph showing the variation in temperature of the cover tubes with the fuel assembly of prior art and the fuel assembly of the present invention. Figure 3 is a cutaway of a boiling-water-type nuclear reactor; figure 4 is a cutaway view of a fuel rod assembly for a boiling-water type nuclear reactor as in prior art.

30 - Fuel assembly

31 - Fuel channel

- 1077 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931

April 2000

7